

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова

**О. В. ЛИТОШ, Є. І. ТРУШЛЯКОВ**

**ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ  
ТА ПИТАННЯ ДО ЕКЗАМЕНУ З ДИСЦИПЛІНИ  
"КОНДИЦІОНУЮЧА ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ"**

*Рекомендовано Методичною радою НУК*

Електронне видання  
комбінованого використання на DVD-ROM



МИКОЛАЇВ • НУК • 2018

УДК 629.5.048(076)

Л 64

*Автори:*

О. В. Литош, канд. техн. наук, доцент;

Є. І. Трушляков, канд. техн. наук, професор НУК

*Рецензент* І. П. Єсін, канд. техн. наук, доцент

**Литош О. В.**

Л 64 Програма, методичні вказівки до виконання курсового проекту та питання до екзамену з дисципліни "Кондиціонуєча техніка та технологія" / О. В. Литош, Є. І. Трушляков. – Миколаїв : НУК, 2018. – 32 с.

Наведені програма курсу, методичні вказівки до його вивчення та виконання і оформлення курсового проекту, а також основні питання до складання екзамену.

Призначено для студентів машинобудівного навчально-наукового інституту, які навчаються за напрямом 6.050604 "Енергомашинобудування" спеціальності 6.05060403 "Холодильні машини і установки" денної та заочної форми навчання та для студентів спеціальності 142 "Енергетичне машинобудування" спеціалізації "Холодильні машини і установки" денної та заочної форми навчання.

Окремі розділи вказівок можуть бути рекомендовані для студентів V і VI курсів, які виконують курсові роботи та проекти з відповідних дисциплін.

УДК 629.5.048(076)

*Навчальне видання*

**ЛИТОШ** Олена Вадимівна  
**ТРУШЛЯКОВ** Євген Іванович

**ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ  
ТА ПИТАННЯ ДО ЕКЗАМЕНУ З ДИСЦИПЛІНИ  
"КОНДИЦІОНУЮЧА ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ"**

Комп'ютерне складання *А. Д. Сорочинська*  
Коректор *М. О. Паненко*

© Литош О. В., Трушляков Є. І., 2018

© Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова, 2018

Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 3.7. Об'єм даних 3728 кб.  
Тираж 15 прим. Вид. № 46. Зам. № 217.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025  
E-mail : publishing@nuos.edu.ua

Свідцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.

## 1. ВСТУП

Успішне рішення найважливіших технічних проблем, які пов'язані з економією енергоресурсів, підвищенням рівня та якості, безпечною експлуатацією, працездатністю та надійністю холодильної, кондиціонуючої техніки та її елементів, екологічними аспектами, багато в чому залежить від знання технології обробки повітря та інших газових середовищ, конструкції та використання апаратів систем кондиціонування, принципів розрахунку та проектування, регулювання та автоматизації систем кондиціонування.

Дисципліна "Кондиціонуюча техніка та технологія" вивчається студентами після опанування курсами "Термодинаміка", "Суднові нагнітальні, компресорні та розширювальні машини", "Теоретичні основи кондиціонування".

З дисципліни "Термодинаміка" використовуються:

- основні термодинамічні процеси;
- суміші газів;
- витічка та течія газів в каналах змінного перетину;
- вологе повітря та його властивості.

З дисципліни "Теоретичні основи кондиціонування" використовуються:

- фізіологічні та санітарно-гігієнічні норми комфортного кондиціонування;
- діаграми та номограми вологого повітря;
- термодинамічні основи та процеси тепловологісної обробки повітря та газових сумішей;
- тепло- та холодопостачання систем кондиціонування.

Дисципліна "Кондиціонуюча техніка та технологія" забезпечує вивчення дисципліни "Установки кондиціонування".

**Мета вивчення дисципліни** - одержання студентами знань кондиціонуючої техніки та технології, необхідних для виконання курсового проекту з розробкою блок-схеми комплексу кондиціювання конкретного об'єкту, принципової схеми автоматизації роботи блоку кондиціювання, загального компонуючого вигляду кондиціонера та креслення апаратів обробки повітря, їх розрахунку для різних типів призначення кондиціонуючої установки.

**Завдання дисципліни** - освоєння сучасних та перспективних зразків техніки кондиціювання повітря та газових середовищ, основ їх конструювання, розрахунків, автоматизації роботи.

Після вивчення дисципліни студент повинен:

**ЗНАТИ** - конструкції апаратів для тепловологісної обробки повітря, ДГС, газових сумішей;

- способи використання всіляких тепло- і масообмінних процесів у теплообмінниках;
- особливості схем технічного та комфортного кондиціювання, процесів та устрою основного обладнання;
- устрій та принцип розрахунку апаратів спеціальної обробки газових сумішей, устрій та конструкції кондиціонерів, повітропроводів, ізоляційних конструкцій суднових приміщень;
- принцип регулювання основних параметрів повітря, ДГС, інертних газів.

**ВМІТИ** - виконувати конструктивні розрахунки теплообмінних апаратів різних типів;

- виконувати компоновки апаратів з оцінкою гідро- і аеродинамічного опору агрегатів та повітропроводів ;
- вибирати та обґрунтовувати способи автономного регулювання параметрів повітря та газових сумішей у схемах кондиціювання.

МАТИ УЯВЛЕННЯ – щодо застосування блоків та схем кондиціювання повітря, ДГС і газових сумішей та перспектив їх розвитку.

## 2. РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ

Розподіл навчальних годин за формами навчання та видами навчальних занять відповідно до навчального плану здійснено таким чином:

*Таблиця 1.*

Форма навчання	Семестр	Всього годин/ залікових кредитів	Розподіл за видами занять				Форма підсумкового контролю
			Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	СРС	
Денна	8	240/8	60	-	30	150	екзамен курсовий проект
Заочна	9	240/8	24	-	8	208	екзамен курсовий проект

## 3. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

### 3.1. Лекції

**Розділ 1.1.** Вступ. Основні відомості щодо обладнання систем комфортного і технологічного кондиціювання

Лекція № 1. Обладнання систем комфортного і технічного кондиціювання. Основні поняття, визначення та термінологія. Цілі і засоби кондиціювання повітря і ДГС для стаціонарних та суднових умов.

Джерела інформації: [1], §§ 1.1, 2.5; [5], § 1.

Лекція №2. Принципові схеми комплексу кондиціювання із забезпечуючим теплоенергетичним обладнанням.

Джерела інформації: [1], §§ 1.2, 1.3, 11.1; [3], § 14.

**Роздел 2.1.** Узагальнена класифікація.

Лекція № 3. Класифікація систем кондиціювання за різними ознаками.

Джерела інформації: [4], § 3.

Загальні відомості щодо обладнання та схем систем комфортного кондиціювання.

Джерела інформації: [1], § 6.1, 6.2; [5], § 2.

Лекція № 4. Одноканальні системи з випускними повітророзподільниками, процеси в d-I діаграмі; галузі застосування.

Джерела інформації: [1], § 5.1; [8], § 14.

Лекція № 5. Одноканальні системи з ежекційними доводочними водяними розподільниками, процеси в d-I діаграмі, галузі застосування.

Джерела інформації: [1], гл. 5; [8], § 14.

Лекція № 6. Одноканальні системи з електричними розподільниками. Процеси в d-I діаграмі, особливості, галузі застосування.

Джерела інформації: [1], гл.5; [8], § 14.

Лекція № 7. Одноканальні системи з прямоточними водяними розподільниками. Процеси в d-I діаграмі, особливості, галузі застосування.

Джерела інформації: [1], гл.5; [8], § 14.

Лекція № 8. Двоканальна система зі змішувальним розподілювачем. Процеси в d-I діаграмі, особливості, галузі застосування.

Джерела інформації: [1], гл.5; [8], § 14.

Лекція № 9. Двоканальна система з повітряними осушувально-випарювальними кондиціонерами. Процеси в d-I діаграмі, особливості, застосування.

Джерела інформації: [1], гл.5; [8], § 14.

Лекція № 10. Двоканальна система з повітряним турбокомпресорним кондиціонером. Процеси в d-I діаграмі, особливості, галузі застосування.

Джерела інформації: [1], гл.5; [8], § 14.

## **Розділ 2.2.** Схеми та обладнання систем кондиціювання

Лекція № 11. Технологічне кондиціювання повітря. Загальні відомості, зображення процесів в d-I діаграмі, галузі застосування.

Джерела інформації: [1], § 5.6; [8], § 14.

Лекція № 12. Фізико-механічні основи збереження якості вантажів, які перевозяться, запобігання корозії металевих поверхонь, забезпечення вибухо-, пожежобезпеки.

Джерела інформації: [1], § 5.6; [8], § 14.

Лекція № 13. Технологічне кондиціювання повітря для осушувальних установок з абсорберами, адсорберами, механічними та термічними осушувачами.

Джерела інформації: [1], § 5.2.

Лекція № 14. Технологічне кондиціювання інертних газів за допомогою скрубберної установки для димових газів парогенератора з додатковим вилужуванням; зі скрубберно-допальною установкою вихлопних газів турбін, або ж автономних генераторів газу.

Джерела інформації: [1], гл.5.

## **Розділ 3.1.** Тепло- та масообмінні процеси в обладнанні систем

Лекція № 15. Тепло-, масообмін непосувного шару матеріалу (насадки) з орошуванням газом. Нагрів газу перегрітою парою

Джерела інформації: [1], гл.8; [8], § 26.

Лекція № 16. Нагрівання та охолодження газу проміжним тепло холодоносієм без зміни та зі зміною агрегатного стану. Нагрівання електричним струмом, використання теплових труб та термосифонів.

Джерела інформації: [1], § 8.3; [5], § 6, § 16.

Способи випарювання розчинів, тепловий баланс та енергетичні затрати.

Джерела інформації: [1], §§ 8.4; 8.10.

**Розділ 3.2.** Апарати для тепловологісної обробки повітря та газових сумішей  
Лекція № 17. Тепловологісна обробка повітря в поверхневих ребристих теплообмінниках, конструкції теплообмінників, особливості тепловіддачі від повітря до ребристої поверхні. Теплопередача через ребристу поверхню.

Джерела інформації: [1], §§ 8.1, 8.2.

Лекція № 18. Теплові та конструктивні розрахунки поверхневих теплообмінників.

Джерела інформації: [1], § 9.1

Лекція № 19. Аеро- та гідродинамічні розрахунки охолоджувачів та нагрівачів. Тепловологісна обробка повітря та газів в контактних апаратах. Конструкції скрубєрів.

Джерела інформації: [1], § 9.8.

Лекція № 20. Теплові та аеродинамічні розрахунки скрубєрів. Особливості розрахунку скрубєрів при обробці газових середовищ абсорберами (розчинами)

Джерела інформації: [1], § 9.8.

Лекція № 21. Конструкції та розрахунок процесів в адсорбері з використанням d-I діаграми. Устрій та розрахунок зволожувачів повітря парою та водою.

Джерела інформації: [1], §§ 4.1, 4.2.

**Розділ 4.1.** Конструктивні схеми та компоновки кондиціонерів

Лекція № 22. Загальні принципи компоновки автономних та неавтономних кондиціонерів, їх конструкції, ряди та характеристики. Місцеві неавтономні кондиціонери, їх конструкції та характеристики. Принцип визначення аеродинамічного опору кондиціонерів.

Джерела інформації: [1], § 10.1; [5], §§ 21, 23.

Лекція № 23. Принципи компоновки повітряних осушувально-випарних кондиціонерів, турбокомпресорних та термоелектричних.

Джерела інформації: [1], §§ 11.4, 11.5; [5], § 21.

## **Розділ 4.2. Обладнання для спеціальної обробки повітря**

Лекція № 24. Фільтри, апарати для одорації та дезодорації, їх характеристики та сфери застосування

Джерела інформації: [1], § 1.2; [5], § 18.

Іонізація та стерилізація повітря, схеми та пристрої, особливості.

Джерела інформації: [1], § 1,2; [5], § 2.

Лекція № 25. Регенерація повітря. Схеми та пристрої для регенерації повітря, очищення від вуглекислого та вугарного газу.

Джерела інформації: [1], § 5.5.

## **Розділ 5.1. Ізоляційні матеріали приміщень та їх конструкції**

Лекція № 26. Характеристики ізоляційних матеріалів суднових приміщень різного призначення та їх конструкція. Мінімальна товщина ізоляції.

Джерела інформації: [8], § 4.

Основи розрахунку складових тепло- та волого припливів під час літнього режиму та тепловтрат та волого надлишків під час зимового режиму. Тепловологісний баланс.

Джерела інформації: [1], § 6.3.

## **Розділ 5.2. Вибір розрахункових параметрів та технологічних схем обробки газів та сумішей**

Лекція № 27. Вибір розрахункових параметрів зовнішнього повітря, визначення параметрів в обслуговуваних приміщеннях з урахуванням допустимих нормативів, а також норми підтримання концентрацій пилу, газу, пари та інших шкідливих речовин.

Джерела інформації: [1], § 7.1.

Лекція № 28. Принципи вибору технологічних схем обробки повітря та газів з урахуванням поставлених вимог та особливостей. Визначення необхідних теплових навантажень та характеристик кондиціонерів та обладнання для обробки повітря і газів.

Джерела інформації: [1], §§ 7.2, 7.3.



## **Розділ 6.1. Повітророзподілення в приміщеннях**

Лекція № 29. Основні типи розподільників для комфортного та технологічного кондиціювання.

Джерела інформації: [1], § 7.5.

## **Розділ 6.2. Основи автоматизації роботи кондиціонуючої техніки**

Лекція № 30. Основні показники роботи кондиціонерів. Принципи регулювання необхідних параметрів. Блок-схеми автоматизації роботи кондиціонерів та технологічного кондиціювання.

Джерела інформації: [1], § 16.1, § 16.4.

**Примітка:** для студентів заочної форми навчання читаються оглядові лекції за темами змістових модулів в обсягах відповідно до таблиці розділу 1.

## **3.2. Практичні заняття**

Метою циклу практичних є засвоєння змісту основних питань, які виникають на різних етапах проектування схем систем комфортного та технологічного кондиціювання, конструкцій обладнання та їх особливостей, вивчення та розрахунок теплообмінних апаратів, ізоляції, принципових схем автоматизації роботи систем.

Практичне заняття № 1. Вивчення основних відомостей щодо обладнання систем комфортного кондиціювання.

Джерела інформації: [1], § 5.1.

Практичне заняття № 2. Вивчення основних відомостей щодо обладнання систем технологічного кондиціювання, у тому числі – для суден.

Джерела інформації: [1], § 5.6.

Практичне заняття № 3. Вивчення класифікації схем комфортного та технологічного кондиціювання.

Джерела інформації: [1], § 5.6.

Практичні заняття № 4, № 5. Вивчення існуючих та перспективних схем та обладнання систем кондиціонування різного призначення.

Джерела інформації: [1], § 5.1.

Практичне заняття № 6. Вивчення особливостей тепломасообмінних процесів в обладнанні систем кондиціонування.

Практичні заняття № 7, № 8. Вивчення конструкцій апаратів та їх розрахунку для різного призначення при обробці повітря та ДГС.

Джерела інформації: [1], гл.8, гл.9.

Практичне заняття № 9. Вивчення схем конструктивних компоновок кондиціонерів та агрегатів для різнобічної обробки повітря та призначення.

Джерела інформації: [1], § 6.4.

Практичні заняття № 10. Вивчення конструкцій та розрахунку спеціального обладнання для обробки повітря на герметичних суднах.

Джерела інформації: [1], § 5.5 .

Практичне заняття № 11. Вивчення властивостей ізоляційних матеріалів та їх конструкції.

Джерела інформації: [1], § 7.2 .

Практичні заняття № 12. Вивчення та використання правил та положень щодо розрахункових параметрів газових сумішей при проектуванні систем кондиціонування різного призначення.

Джерела інформації: [1], § 6.2, § 7.2.

Практичне заняття № 13, № 14. Вивчення основ та вимог при виборі та оцінці якості повітророзподілення повітря в малих та великих суднових приміщеннях різного призначення, розрахунок аеродинамічного опору повітропроводів.

Джерела інформації: [1], § 6.6.

Практичні заняття № 15. Вивчення основ та схем автоматизації роботи кондиціонуючої техніки комфортного та технологічного призначення – 4 год.

Джерела інформації: [1], § 16.4.

### **3.3. Курсовий проект**

Мета виконання курсового проекту з дисципліни "Кондиціонування техніка та технологія" є закріплення набутих навичок засвоєння методів та опанування методиками розрахунків елементів кондиціонування техніки, їх компоновки та конструювання.

Курсовий проект включає такі розділи:

- вибір та освоєння технологічної схеми обробки повітря або інших газових сумішей, прийняття вихідних та додаткових даних;
- визначення конструктивної схеми кондиціонера та його елементів;
- тепловологісні розрахунки процесів обробки, теплові і конструктивні розрахунки кондиціонера та його головних елементів;
- газодинамічні розрахунки повітропроводу;
- міцнісні розрахунки елемента кондиціонера;
- написання розрахунково-пояснювальної записки;
- розробка блок-схеми комплексу кондиціонування з теплоенергетичним обладнанням, схеми кондиціонера з елементами автоматизації роботи та креслень теплообмінного апарату і кондиціонера.

## **4. ПИТАННЯ ДЛЯ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ**

**Розділ 1.** Вступ. Основні відомості щодо обладнання систем комфортного і технологічного кондиціонування.

1. Навести структурну схему комфортного кондиціонування повітря.
2. Яка структурна схема технічного кондиціонування повітря у трюмах?
3. Навести схему осушення повітря з твердим сорбентом.
4. Який вигляд має схема осушення з різними сорбентами?
5. Які елементи входять до складу теплоенергетичного комплексу для роботи системи кондиціонування?

6. Які основні споживачі тепла та електроенергії системи кондиціонування?

**Роздел 2.** Узагальнена класифікація. Схеми та обладнання систем кондиціонування.

1. Навести загальну класифікацію систем кондиціонування.
2. Які особливості схеми одноканальної СКП з випускним розподільником повітря?
3. Які схеми використовують в СКП з доводочними розподільниками?
4. Навести процеси обробки на  $d, I$  діаграмі для одного типу СКП.
5. Як визначити теплове навантаження на апарати СКП для прийнятої технологічної схеми ?
6. Навести схему осушення повітря з використанням механічного та термічного засобу.
7. Навести склад обладнання для обробки димових газів котла та процеси обробки на  $d, I$  діаграмі.

**Розділ 3.** Тепло- та масообмінні процеси в апаратах та обладнанні систем. Апарати для тепловологісної обробки повітря та газових сумішей.

1. Навести принципову схему конструкції поверхневого теплообмінного апарату.
2. Які особливості теплопередачі через поверхню з використанням робочої рідини без зміни агрегатного стану?
3. Особливості тепловіддачі при зміні агрегатного стану робочої рідини?
4. Схема контактного теплообмінника.
5. Як визначають умовний коефіцієнт теплопередачі для контактного теплообмінника?
6. Як проходять процеси нагріву повітря в вентиляторах та електронагрівачах на  $d, I$  діаграмі?
7. Яка схема роботи термосифона та рекуперативного теплообмінника?
8. Який вигляд має рівняння теплового балансу теплообмінника?
9. Як визначається аеродинамічний опір теплообмінника?

**Розділ 4.** Конструктивні схеми кондиціонерів та обладнання для спеціальної обробки газових сумішей.

1. Навести схему центрального, місцевого та автономного кондиціонерів.
2. Навести схему абсорбера та адсорбера систем осушення.
3. Яке обладнання використовують для обробки димових газів з метою одержання інертних газів?
4. Які процеси використовують для обробки газів та подачі їх у трюм судна (на  $d, I$  діаграмі)?
5. Яке обладнання входить до складу систем спеціальної обробки повітря та ДГС у герметичних приміщеннях?

**Розділ 5.** Ізоляційні матеріали приміщень та їх конструкції. Вибір розрахункових параметрів та технологічних схем обробки газів та сумішей.

1. Які властивості суднової ізоляції?
2. Чим відрізняються конструкції ізоляції суден: нормальної, з повітряним прошарком, з обходом набору?
3. Як визначити мінімальну товщину ізоляції взимку?
4. Які складові входять до теплового навантаження на приміщення взимку?
5. Як вибрати технологічну схему системи комфортного кондиціонування?
6. Як визначається продуктивність систем інертних газів?
7. Як визначити теплові навантаження на водяний охолодник заборотної води при роботі у складі системи інертних газів?

**Розділ 6.** Повітророзподілення в приміщеннях. Основи автоматизації роботи кондиціонуючої техніки.

1. Які існують типи розподільників для випуску повітря?
2. Які типи доводочних розподільників використовуються у СКП?
3. Як оцінюється якість роботи повітророзподільників?
4. Які існують схеми регулювання температури повітря за кондиціонером?

5. Навести схему регулювання відносної вологості одночасно з температурою від одного теплоносія – пари.
6. Які параметри підтримуються при роботі системи автоматики у обладнанні кондиціонування?

## **5. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ**

Самостійна робота студента передбачає проробку лекційного матеріалу, підготовку до проведення практичних занять, опрацювання окремих питань тем змістових модулів, необхідних для виконання розділів курсового проекту, підготовку до поточного (модульного) контролю знань.

Студенти заочної форми навчання протягом семестру виконують контрольну роботу, яка складається з двох частин: теоретичної, яка містить відповіді на три питання (див.розд.6) та практичної, подібної за змістом до контрольної роботи з теми курсового проекту.

## **6. ТИПОВІ ПИТАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ**

1. Блок-схема комфортного кондиціонування.
2. Блок-схема технічного кондиціонування повітря.
3. Схема з термічним осушенням.
4. Схема з механічним осушенням.
5. Схема осушення твердим та рідинним сорбентом.
6. Основне теплоенергетичне обладнання для роботи СКП.
7. Основні споживачі тепла та електроенергії в кондиціонуючій техніці.
8. Класифікація СКП.
9. Схема та процеси в одно каналній СКП.
- 10.Схема та процеси у двоканальній.

11. Процеси обробки повітря на  $d, I$  діаграмі з використанням твердого, рідинного сорбента механічного та термічного осушення.
12. Визначення теплових навантажень в установках осушення заданого типу.
13. Схема та процес обробки інертних газів.
14. Принципова схема поверхневого теплообмінного апарату.
15. Теплопередача через ребристу поверхню.
16. Контактні теплообмінні апарати.
17. Схема розрахунку поверхневого теплообмінника.
18. Принципи розрахунку контактних теплообмінників.
19. Використання термосифонів та електронагрівачів, рекуперативних теплообмінників.
20. Рівняння теплового балансу теплообмінників.
21. Визначення аеродинамічного опору теплообмінників.
22. Конструктивні схеми кондиціонерів.
23. Конструктивні схеми елементів кондиціонерів.
24. Устрій елементів систем осушення.
25. Склад обладнання систем інертних газів заданого типу.
26. Властивості ізоляційних конструкцій та матеріалів.
27. Розрахунок мінімальної товщини ізоляції.
28. Теплові навантаження влітку та взимку на суднові приміщення.
29. Вибір розрахункових параметрів повітря.
30. Вибір схем технічного кондиціювання повітря.
31. Вибір схем комфортного кондиціювання.
32. Вибір схем осушення повітря.
33. Вибір схем інертних газів.
34. Розрахунок теплових навантажень з використанням  $d, I$  діаграми для заданого типу схеми.
35. Тип повітророзподільників.
36. Вибір схеми повітророзподілення.

37. Схеми регулювання температури повітря за кондиціонером.
38. Схеми регулювання вологості повітря за кондиціонером.
39. Блок-схеми регулювання параметрів повітря за кондиціонером.

## **7. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

В якості наочного матеріалу під час лекційних та практичних занять, консультацій з курсового проекту використовуються плакати та проспекти фірм-виробників, обладнання кондиціонуючої техніки та зразки обладнання, які знаходяться у спеціалізованих аудиторіях та в методичних матеріалах кафедри.

Для поглибленого вивчення дисципліни рекомендується систематичне опрацювання фахових журналів «Холодильна техніка», "Холодильная техніка та технологія", "Судостроение и ремонт", "Судостроение".

Для підвищення якості виконання індивідуального завдання (з курсового проекту) слід проводити групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час проведення контрольних заходів рівень засвоєння змістового модуля оцінюється шляхом проведення модульної контрольної роботи (НКР) та опитування питаннями за переліком.

## **8. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ПОЛОЖЕННЯ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ**

Навчальним планом з підготовки бакалаврів для студентів денної та заочної форм навчання передбачено виконання курсового проекту, який включає розробки з питань головних розділів програми дисципліни і повинен підтвердити достатню якість вивчення та засвоєння матеріалу, на



базі якого в подальшому ведеться фахова підготовка магістрів та виконуються курсові проекти і дипломні роботи.

В процесі вивчення матеріалу студенти одержують уяву та основи знань сучасних та перспективних засобів обробки повітря, газодихальних сумішів (ГДС), інертних газів та установок. Вони також вивчають типові конструкції, розрахунки і основи проектування обладнання кондиціонуючої техніки та технології.

У списку рекомендованої літератури наведені підручники та допоміжна література, які можуть бути використані для вивчення окремих тем дисципліни, при рішенні практичних завдань, в тому числі при виконанні курсового проекту.

В якості об'єкта розробки пропонується установка комфортного або технологічного призначення для приміщень судна або стаціонарного об'єкта, для якого задані район розташування, параметри робочого середовища у кондиціонуючому приміщенні, теплові та вологісні навантаження, тип системи охолодження та розміри приміщення.

Проект включає розрахункові та конструкторські роботи, які характеризують комплекс ескізного та технічного етапів проектування установок. По обраній технологічній схемі обробки газового середовища визначається принципова конструктивна схема блоку обробки після побудови процесів тепловологісної обробки на d,I діаграмі, виконуються конструктивні, теплові та аеродинамічні розрахунки апарата установки, принципова схема з приладами автоматизації, конструктивна схема кондиціонера (або блоку обробки), компоновочне креслення апарату. Виконується підбір необхідних насосів, холодильних машин та іншого допоміжного обладнання після визначення їх технічних параметрів.

В обсяг проекту входить розрахунково-пояснювальна записка (20-28 сторінок) та три аркуші креслення. Орієнтовний час виконання проекту 60-70 годин.

Перелік тем курсових проектів наведено нижче.

1. Проект установки комфортного кондиціонування судна або стаціонарного приміщення для мешкання людей.
2. Проект установки технічного кондиціонування повітря у трюмах судна, стаціонарних приміщень (або комор).
3. Проект установки осушення повітря для приміщень різноманітного призначення з використанням твердого сорбенту, розчинів, механічного та термічного засобів.
4. Проект установки для кондиціонування димових газів котла.
5. Проект установки кондиціонування газодихальних сумішів для водолазного барокомплексу.

Далі наведено бланк завдання на виконання проекту. Робота над проектом та контроль за нею здійснюється поетапно: перший етап – вибір необхідних параметрів теплохолодоносіїв, обґрунтування складу елементів установки та похідних даних (п. 1.1 завдання); другий етап: побудова процесів кондиціонування на d,I діаграмі вологого газу (п. 1.2); третій етап: вибір ізоляційної конструкції для поверхні огорожі приміщення, розрахунки товщини ізоляційного шару та теплових і вологісних навантажень на приміщення влітку та взимку (п. 1.3); четвертий етап: розрахунки елемента установки (п. 1.4); п'ятий етап: гідравлічний розрахунок ділянки трубопроводу від блоку обробки до приміщення (п. 1.5); шостий етап: підбір необхідного допоміжного обладнання, опис схеми установки з елементами автоматизації роботи (п. 1.6, п. 1.7), виконання конструктивних креслень апарату обробки та агрегату обробки (кондиціонера) у двох проекціях, креслення принципової схеми установки з приборами автоматики.

Виконаний курсовий проект захищається студентом перед комісією, призначеною завідуючим кафедрою в строк, наведений в завданні на проектування.

**Міністерство освіти і науки України**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ**  
**імені адмірала Макарова**

**Кафедра кондиціювання та рефрижерації**

**Завдання**  
**на виконання курсового проекту з дисципліни**  
**"Кондиціонування техніки та технологія"**

Тема: Проект установки кондиціювання \_\_\_\_\_  
(тип середовища)

Для \_\_\_\_\_  
( тип об'єкта )

Похідні дані: призначення установки \_\_\_\_\_

Район розташування установки \_\_\_\_\_

Параметри  $t_n$ , °C,  $\phi$  % в кондиціонуючому приміщенні \_\_\_\_\_

Тип системи охолодження \_\_\_\_\_

Розміри приміщення \_\_\_\_\_

**Зміст та обсяг роботи**

**1.Розрахунок пояснювальна записка ( 25 – 30 аркушів )**

- 1.1 Вибір необхідних параметрів тепло холодоносіїв. Обґрунтування прийнятого типу та складу обладнання установки кондиціювання для заданого об'єкту, вибір і обґрунтування необхідних похідних даних до теплового розрахунку установки.
- 1.2 Побудова процесів кондиціювання на  $d - I$  діаграмі для літнього та зимового режимів.
- 1.3 Вибір типу ізоляційної конструкції для поверхні огорожі приміщення, визначення необхідної товщини ізоляційного шару, розрахунки сумарного тепло припливу тепловтрат та волого прибутків на номінальному режимі.
- 1.4 Конструктивний, тепловий та гідравлічний розрахунки елемента установки.
- 1.5 Гідравлічний розрахунок трубопроводу для подачі від кондиціонера до обслуговуваного приміщення при прийнятій схемі трасування.
- 1.6 Підбір необхідних насосів, холодильних машин та іншого допоміжного обладнання установки.
- 1.7 Опис принципової схеми установки та принципів автоматизації її роботи.

**2.Графічна частина.**

- 2.1 Принципова схема установки з приборами автоматики ( 1 аркуш ф.А1, або А2 )
- 2.2 Креслення елемента установки \_\_\_\_\_ ( 1 аркуш ф. А1 )
- 2.3 Компоноване креслення \_\_\_\_\_ ( 1 аркуш ф. А1 )

Завдання видано “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 200 р.

Термін виконання “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 200 р.

Виконавець: ст. гр. \_\_\_\_\_

Керівник проекту \_\_\_\_\_

**Зав. кафедрою К та Р**  
**професор**

**Радченко М.І.**

## 9. РОБОТА НАД ПРОЕКТОМ

Перед проектуванням студент повинен ознайомитися з загальними вимогами, які існують до агрегатів систем кондиціонування газових середовищ для заданого типу судна або стаціонарного об'єкту, та їх головними техніко-експлуатаційними характеристиками.

Треба відмітити, що при заповненні бланків завдання деякі величини можуть не задаватися, в цьому випадку студент повинен вибрати та обґрунтувати ці величини. Вибір та обґрунтування технологічної схеми обробки газового середовища в агрегаті виконуються на базі техніко-експлуатаційних показників заданого типу судна або об'єкта з урахуванням умов їх плавання, розташування або цільового призначення.

1. Принципова схема обробки газового середовища з описом процесів наводиться в розрахунково-пояснювальній записці. Параметри зовнішнього повітря та забортної води при необхідності їх використання в розрахунках, визначаються для заданого району (плавання судна). Параметри повітря в приміщенні та ступінь рециркуляції його в агрегаті (або кількість свіжого повітря) приймаються згідно даних санітарно-гігієнічних нормативів для середовища суднових приміщень (або інших) та техніко-економічних показників (1,2). Необхідно підкреслити, що вибір величин зовнішніх та внутрішніх параметрів газового середовища має значний вплив на техніко-економічні показники установки, в яку входить проектуємий агрегат, так як в основному цими параметрами визначаються теплові навантаження на апарати агрегату.

2. Побудова процесів обробки газового середовища виконується на d,I діаграмі з урахуванням прийнятої технологічної схеми обробки в агрегаті, параметрів середовища в приміщенні і навколишнього, величин тепло- та вологоприпливів в суднові приміщення влітку, тепловтрат та вологоприпливів взимку, ступіні рециркуляції повітря. Порядок побудови процесів обробки повітря та довідні матеріали наведені в [1,2,3,4,5]. При побудові

процесів обробки повітря необхідно задатися величиною їх підігріву в вентиляторі, котру в першому наближенні оцінюють тиском, який розвиває вентилятор (або нагнітач).

Тиск вентилятора складається з аеродинамічного опору кондиціонера, повітропроводів та необхідного надлишкового тиску повітря в приміщенні або трюмі. Приблизно величину тиску повітря в вентиляторі можна прийняти рівною 1000-4000 Па. Величина підігріву повітря орієнтовно складає один градус на кожні 1000 Па.

Після побудови процесів обробки визначаються витрати припливного повітря (якщо не були задані) у всі приміщення згідно заданих теплоприпливів або тепловтрат як на літньому, так і зимовому режимі та вибирається кількість агрегатів (кондиціонерів). Слід зауважити, що витрати повітря (тобто повітропродуктивність вентиляторів агрегатів) приймається згідно більшої величини, необхідної для забезпечення одного з двох режимів: літнього та зимового. Тому при необхідності уточнюються процеси обробки для того режиму, для якого витрати повітря при розрахунку були меншими. Далі визначаються теплові навантаження на теплообмінні апарати агрегату, витрати необхідних тепло- та холодоносіїв, води (пари) для зволоження повітря в зимовому режимі, теплопродуктивність агрегату, холодопродуктивність агрегату та холодильної машини [1, 5].

3. Далі треба вибрати ізоляційну конструкцію для огорож приміщення і провести розрахунки тепло припливів влітку та тепловтрат та волого припливів взимку. Розрахунок тепло припливів та втрат виконується як мінімум для двох поверхонь: для вертикальної стінки з боку зовнішнього повітря та горизонтальної – підволоку. Товщина ізоляційного шару визначається умовами відсутності відпотівання взимку (1) і повинна бути більше, ніж визначена мінімально можлива. По визначеним значенням тепловологоприпливів та втрат будуються на  $d, I$  діаграмі процеси тепловологоасиміляції у приміщенні.

4. Згідно з прийнятою технологічною схемою обробки повітря виконується вибір та обґрунтування принципових конструктивних схем всіх апаратів та механізмів, які входять до складу агрегату (наприклад: вентиляторів, охолодників, нагрівачів, зволожувачів, фільтрів, каплеуловлювачів, пристроїв автоматики кондиціонера). Тут визначаються типи нагнітача, їх привід, приймаються характеристики елементів теплообмінних поверхонь, взаємна конструктивна компоновка цих апаратів в агрегаті [2,3]. Для загальної оцінки якості компоновки агрегату використовуються показники, наведені в [1,2]. При розробці конструктивної компоновки слід враховувати вимоги технологічності виготовлення, зручності складання та монтажу агрегату. Етап завершується розробкою складального ескізу агрегату. Після цього можна приступати до виконання теплових та конструктивних розрахунків апарата: газу охолодника або нагрівача. Методика теплових та конструктивних розрахунків апаратів агрегату в залежності від їх призначення наведені в [1,2,3]. Кінцевою метою розрахунків являється одержання конкретних конструктивних розмірів апарата агрегату, які дозволяють перейти, в подальшому, до конструювання агрегату в цілому. Крім того, визначаються розміри прохідних площин повітря в агрегаті, патрубків на вході та виході тепло- холодоносіїв.

Також визначається аеродинамічний опір апарату агрегату та гідравлічний опір при русі тепло- та холодоносіїв [1,2,3]. Для цього використовується прийнята конструктивна компоновка апарату. При гідравлічних розрахунках апаратів агрегату необхідно визначити величини втрат тиску при русі робочого середовища в ньому, які будуть використані в подальшому для підбору насосів, обслуговуючих апарати ( з відомих витрат рідини через апарат і тиску, який враховує втрати тиску як у апараті, так і трубопроводах подачі та розподілу рідини з необхідним запасом).

5. Далі при прийнятій студентом схемі розташування повітропроводів (або трубопроводів) визначається їх аеродинамічний опір на ділянці магістралі від кондиціонера до каюти (або приміщення). Ескіз

розташування розрахункової ділянки повітропроводів наводиться у пояснювальній записці.

6. Для підбору необхідного допоміжного обладнання (вентилятор, насоси, холодильна машина) використовують визначені раніше теплові навантаження на них та прийняті або визначені раніше їх характеристики. Вентилятор підбирається згідно з його повітропродуктивністю, тобто загальних витратах повітря через агрегат обробки, та величиною тиску, яка повинна бути більше аеродинамічного опору агрегату та повітропроводів. Насоси підбирають по витратам рідини через них та прийнятого напору  $H_n=0,2-0,4$  МПа з використанням рівнянь теплового балансу апарату, який вони обслуговують (тобто повітроохолодника, нагрівача, конденсатора холодильної машини).

Для підбору холодильного агрегату використовують величину робочої холодопродуктивності та перерахунок на стандартні (у каталогі) умови, або об'ємної подачі [1,2]. Робоча холодопродуктивність приймається більше на 4-6 %, ніж загальне теплове навантаження на охолодник у номінальному режимі роботи.

Завершальним етапом являється опис розробленої принципової схеми агрегату та системи його устроїв з елементами автоматизації і роботи з урахуванням існуючих рекомендацій [1,2]. Тут потрібно описати вузли та системи, які входять до складу агрегату та підходящу схему регулювання параметрів роботи. Виконання графічної частини слід починати з принципової схеми обробки середовища з урахуванням автоматизації. Конструкторські навички студента повинні проявитись при виконанні складального креслення агрегату, до якого ставиться ряд характерних вимог (компактність, мінімальні малогабаритні показники, естетичність, зручність складання, монтажу, експлуатації та ремонту). В проекті виконується конструктивне креслення одного з апаратів агрегату, наприклад, охолодника або нагрівача. При виконанні креслення доцільно використовувати

і враховувати досвід вітчизняних та зарубіжних підприємств та фірм, а також навички студентів.

## **10. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО КОНТРОЛЮ**

### **Розділ 1. Основні відомості щодо систем кондиціювання.**

1. Навести структурну схему комфортного кондиціювання повітря.
2. Яка структурна схема технічного кондиціювання повітря у трюмах ?
3. Навести схему осушення повітря з твердим сорбентом.
4. Який вигляд має схема осушення з різним сорбентом?
5. Які елементи входять до складу теплоенергетичного комплексу для роботи системи кондиціювання?
6. Які основні споживачі тепла та електроенергії системи кондиціювання?

### **Розділ 2. Схеми та обладнання систем кондиціювання.**

1. Навести загальну класифікацію систем кондиціювання.
2. Які особливості схеми одноканальної СКП з випускним розподільником повітря?
3. Які схеми використовують в СКП з доводочними розподільниками?
4. Навести процеси обробки на d,I діаграмі для одного типу СКП.
5. Як визначити теплове навантаження на апарати СКП для прийнятої технологічної схеми ?
6. Навести схему осушення повітря з використанням механічного та термічного засобу.
7. Навести склад обладнання для обробки димових газів котла та процеси обробки на d,I діаграмі.

**Розділ 3.** Тепло- та масообмінні процеси в апаратах та обладнанні систем.



1. Навести принципову схему конструкції поверхневого теплообмінного апарату.
2. Які особливості теплопередачі через поверхню з використанням робочої рідини без зміни агрегатного стану?
3. Особливості тепловіддачі при зміні агрегатного стану робочої рідини?
4. Схема контактного теплообмінника.
5. Як визначають умовний коефіцієнт теплопередачі для контактного теплообмінника?
6. Як проходять процеси нагріву повітря в вентиляторах та електронагрівачах на  $d, I$  діаграмі?
7. Яка схема роботи термосифона та рекуперативного теплообмінника?
8. Який вигляд має рівняння теплового балансу теплообмінника?
9. Як визначається аеродинамічний опір теплообмінника?

**Розділ 4.** Конструктивні схеми кондиціонерів та обладнання для спеціальної обробки газових сумішей.

1. Навести схему центрального, місцевого та автономного кондиціонерів.
2. Навести схему абсорбера та адсорбера систем осушення.
3. Яке обладнання використовують для обробки димових газів з метою одержання інертних газів?
4. Які процеси використовують для обробки газів та подачі їх у трюм судна (на  $d, I$  діаграмі)?
5. Яке обладнання входить до складу систем спеціальної обробки повітря та ДГС у герметичних приміщеннях?

**Розділ 5.** Ізоляційні матеріали приміщень та вибір розрахункових параметрів та схем обробки.

1. Які властивості суднової ізоляції?
2. Чим відрізняються конструкції ізоляції суден: нормальної, з повітряним прошарком, з обходом набору?
3. Як визначити мінімальну товщину ізоляції взимку?
4. Які складові входять до теплового навантаження на приміщення взимку?

5. Як вибрати технологічну схему системи комфортного кондиціювання?
6. Як визначається продуктивність систем інертних газів?
7. Як визначити теплові навантаження на водяний охолодник заборотної води при роботі у складі системи інертних газів?

**Розділ 6. Повітророзподілення в приміщеннях. Основи автоматизації роботи кондиціонуючої техніки.**

1. Які існують типи розподільників для випуску повітря?
2. Які типи доводочних розподільників використовуються у СКП?
3. Як оцінюється якість роботи повітророзподільників?
4. Які існують схеми регулювання температури повітря за кондиціонером?
5. Навести схему регулювання відносної вологості одночасно з температурою від одного теплоносія – пари.
6. Які параметри підтримуються при роботі системи автоматики у обладнанні кондиціювання?

## **11. ПИТАННЯ ДО ЕКЗАМЕНУ**

1. Цілі, засоби та склад обладнання для комфортного та технологічного кондиціювання повітря.
2. Будова та розрахунок зволожувачів повітря.
3. Принципова схема автоматизації роботи кондиціонера центрального типу.
4. Принципи теплового та конструктивного розрахунку поверхневого водяного нагрівача та охолодника.
5. Загальна класифікація систем комфортного кондиціювання.
6. Особливості розрахунку циклонно-пінних апаратів при їх використанні для обробки повітря.
7. Схема та процес комфортного кондиціювання одноканальної СКП з випускними повітророзподільниками.
8. Тепловий та аеродинамічний розрахунок скрубера з зрошувальною насадкою.

9. Схема та процеси комфортного кондиціювання одноканальної СКП з повітророзподільниками водяними ежекційними доводними.
10. Основи аеродинамічного та гідравлічного розрахунку поверхневих теплообмінників.
11. Схема та процеси обробки повітря одноканальної СКП з повітророзподільниками водяними прямоточними доводними.
12. Тепловий та конструктивний розрахунки поверхневого повітронагрівача водяного.
13. Схема та процеси обробки повітря двоканальної СКП з розподільниками змішувального типу.
14. Тепловий та конструктивний розрахунки повітроохолодника з хладоновим охолодженням поверхневого типу.
15. Схема та процеси обробки повітря СКП з повітряним зрошувально-випарним кондиціонером.
16. Схеми регенерації розчинів, тепловий баланс та енергетичні витрати в осушувальних установках.
17. Схема та процеси обробки повітря СКП з використанням турбокомпресорного кондиціонера.
18. Основи тепломасообміну повітря та води в водяних камерах з форсунками.
19. Фізичні основи збереження якості вантажів, які транспортуються, запобігання корозії металу, забезпечення вибухопожаробезпеки на судах.
20. Тепловий та конструктивний розрахунки поверхневого охолодника з розсілним охолодженням.
21. Схема та процеси технологічного кондиціювання повітря для осушення з адсорберами.
22. Теплопередача через ребристу поверхню від повітря до холодоносія.
23. Схема та процеси технологічного кондиціювання повітря в осушувальних установках з використанням абсорберів.

24. Тепловіддача від повітря до ребристої поверхні.
25. Схема та процеси обробки повітря в осушувальних установках з термічним осушенням за допомогою ХМ.
26. Конструкції поверхневих теплообмінників та основи їх конструктивного розрахунку.
27. Схема та процеси обробки повітря в осушувальних установках з використанням механічного осушення.
28. Використання електричного струму для нагріву газу в нагрівачах.
29. Схема та процеси обробки димових газів від котла з допомогою скрубера-охолодника та додаткового вилужування охолоджуючої води.
30. Тепло масообмін нерухомого шару насадки з зрошувальним водою газом.
31. Схема та процеси обробки вихлопних газів турбогенератора з скрубечно-допальною установкою для одержання інертних газів.
32. Використання теплових труб та термосифону для теплової обробки повітря в обладнанні кондиціювання.
33. Схема та процеси обробки газів за допомогою автономних газогенераторів з метою одержання інертного середовища.
34. Теплообмін між поверхнею теплообмінника та теплохолодоносієм без зміни агрегатного стану.
35. Принципи компоновки автономних кондиціонерів, їх конструктивні схеми.
36. Теплообмін між поверхнею теплообмінника та теплохолодоносієм зі зміною агрегатного стану.
37. Принципи компоновки центральних неавтономних кондиціонерів та автономних, їх схеми.
38. Нагрів газу перегрітою водяною парою при змішуванні.
39. Принципи компоновки містких кондиціонерів, їх схеми.

40. Визначення мінімальної товщини ізоляційного шару конструкції та тепло припливу через ізоляцію.
41. Принципи визначення аеродинамічного опору кондиціонерів.
42. Фільтри, їх конструкції, визначення терміну регенерації фільтру.
43. Прилади для адорації та дезодорації, іонізації, стерилізації та очистки повітря від вуглекислого та вугарного газу в герметичних приміщеннях.
44. Основи розрахунку тепловтрат через ізоляційні конструкції.
45. Основи розрахунку вологоприпливів в приміщення. Вибір розрахункових параметрів повітря в приміщеннях та зовнішнього.
46. Принципи повітророзподілення в суднових приміщеннях різного призначення.
47. Визначення теплових та вологісних навантажень на обладнання системи кондиціювання.
48. Принципи регулювання температури повітря з допомогою засобів автоматизації.
49. Схеми та принципи регулювання вологості в приміщеннях, які обслуговуються СКП.
50. Визначення характеристик обладнання систем кондиціювання повітря для конкретного типу.

## **12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. **Захаров, Ю. В.** Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины [Текст] / Ю.В. Захаров. – Спб. Судостроение, 1994. – 504 с.
2. **Захаров, Ю. В., Андреев, Л. М.** Оборудование судовых систем кондиционирования воздуха [Текст] / Ю. В. Захаров, Л. М. Андреев. – Судостроение. Л., 1971. – 319 с.

3. **Хордас, Г. С.** Расчеты общесудовых систем [Текст] / Г. С. Хордас. – Судостроение. Л., 1983. – 440 с.
4. **Хордас, Г. С.** Техническое кондиционирование воздуха и инертных газов на судах [Текст] / Г. С. Хордас. – Судостроение. Л., 1974. – 264 с.
5. **Чегринцев, Ф. О.** Основи проектування суднових систем кондиціонування [Текст] / Ф. О. Чегринцев. – Навчальний посібник. Миколаїв : УДМТУ, 2002. – 104 с.
6. **Трушляков, Є. І., Литош, О. В., Чегринцев, Ф. О., Моря, А. О.** Програма, методичні вказівки та питання до екзамену з дисципліни "Теоретичні основи кондиціювання" [Текст] / Є. І. Трушляков, О. В. Литош, Ф. О. Чегринцев, А. О. Моря. – Миколаїв : НУК, 2014. – 48 с.
7. **Голіков, О. А.** Суднові системи кондиціювання повітря [Текст] / О. А. Голіков. – Наукова думка. Київ, 2000. – 224 с.
8. **Мундингер, А. Л.** и др. Судовые системы вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст] / А. Л. Мундингер. – Справочное пособие по проектированию. Судостроение. Л., 1974. – 206 с.
9. **Ананьев, В. А.** Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика [Текст] / В. А. Ананьев, А. В. Балувев Л. Н., Гальперин и др. – Евроклимат, 2001, – 416 с.
10. **Кокорин, О. Я.** Современные системы кондиционирования воздуха [Текст] / О. Я. Кокорин. – М. : и-во физико-математической литературы. 2003. – 272 с.
11. **Регістр судноплавства України.** Правила класифікації та побудови морських суден [Текст]. – К. : Регістр судноплавства України, 2002 : в 2 т. Т. 2. – 394 с.

## ЗМІСТ

1. Вступ.....	3
2. Розподіл навчального часу.....	5
3. Зміст дисципліни.....	5
3.1. Лекції.....	5
3.2. Практичні заняття.....	10
3.3. Курсовий проект.....	12
4. Питання для поточного та підсумкового контролю знань студентів.....	12
5. Самостійна робота студентів.....	15
6. Типові питання контрольної для студентів заочної форми навчання.....	15
7. Методичні вказівки.....	17
8. Загальні рекомендації та положення до виконання курсового проекту.....	17
9. Робота над проектом.....	21
10. Питання для самостійного контролю.....	25
11. Питання до екзамену.....	27
12. Рекомендована література.....	30